

(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07333617 A

(43) Date of publication of application: 22.12.95

(51) Int. Cl

G02F 1/1337

G02F 1/1335

G02F 1/139

(21) Application number: 06121630

(22) Date of filing: 03.06.94

(71) Applicant: TOSHIBA CORP

(72) Inventor:
HISATAKE YUZO
SATOU MAKIKO
ISHIKAWA MASAHIITO
OYAMA TAKESHI
HADO HITOSHI

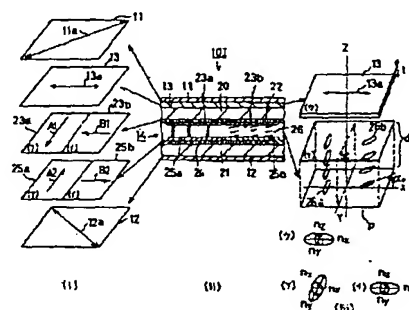
(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

(57) Abstract:

PURPOSE: To improve coloration and dependency upon visual angles by arranging a phase difference plate having an optical axis between at least one polarizing plates and a liquid crystal cell.

CONSTITUTION: The liquid crystal cell 14 and the phase difference plate 13 having the optical axis in the plane direction of the element are arranged between two sheets of the polarizing plates 11 and 12. The liquid crystal cell 14 forms plural pixels and the respective pixels respectively consist of two regions (a), (b). The orientation directions of both cell substrates of the respective regions are parallel and intersect orthogonally with the orientation direction of the other region. The rubbing direction of the one region is arranged in parallel with the optical axis 13a of the phase difference plate. The retardation value of the phase difference plate is set at 255 to 295 μ m and the refractive index anisotropy Δn_d of the liquid crystals of the liquid crystal cell is set at 255 to 295 μ m.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



556
4

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-333617

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) IntCl ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1337	5 0 5			
1/1335	5 1 0			
1/139				

G 0 2 F 1/ 137 5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平6-121630

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(22) 出願日 平成6年(1994)6月3日

(72) 発明者 久武 雄三

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 佐藤 康希子

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 石川 正仁

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 弁理士 大胡 典夫

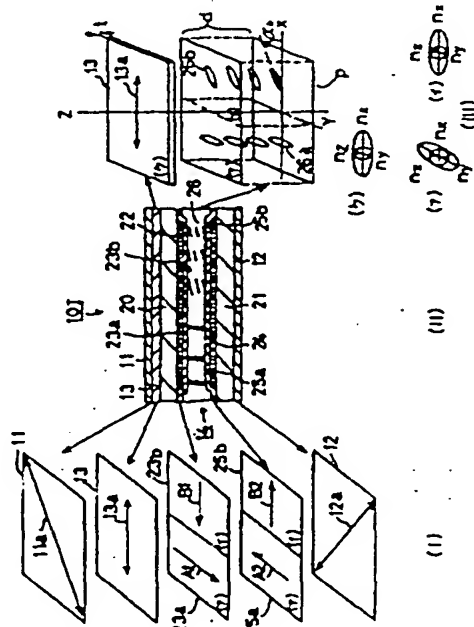
是其頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子

(57) 【要約】

【目的】 色付き現象、視角依存性を改善する。

【構成】 2枚の偏光板11、12間に液晶セル14と、素子の平面方向に光軸を持つ位相差板13を配置する。液晶セル14は複数の画素を形成し、各画素はそれぞれ2領域(ア)(イ)からなり、各領域のセル両基板の配向方向は平行で、他方の領域の配向方向と直交しており、一方の領域のラビング方向を位相差板の光軸13aと平行に配置する。位相差板のリタデーション値を255~295nmとし、液晶セルの液晶の屈折率異方性 Δn_d を255~295 μm とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の画素を形成する電極と前記電極上に形成され配向処理された配向膜とを有する2枚の基板と前記基板間に挟持された正の誘電異方性を示すネマティック液晶からなる液晶層とを具備してなる液晶表示セルと、前記液晶セルを挟んで配置された2枚の位相差板とからなる液晶表示素子において、

前記少なくとも一方の偏光板と前記液晶セルの間に、光軸を有するようにリタレーション値が255～295nmである偏光板を液晶表示素子の平面方向に光軸を有するように配置し、

前記液晶セルは一面素内にラビングもしくは同等の効果を有する偏かなチルトを有する垂直配向処理の方向が2つあり、前記2つの方向は互いにほぼ直交しており、一方の配向処理の方向は前記位相差板の光軸と平行であり、上下基板のそれぞれ対向する前記2つの水平配向処理の方向は互いに0°もしくは180°の角をなしており、

前記液晶層の液晶は前記配向処理にて液晶分子配列が振じれを有しない構造となる液晶であり、前記液晶層の屈折率異方性 Δn と液晶層厚 d を乗じた値 $\Delta n d$ が0.255 μm 乃至0.295 μm であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】 複数の画素を形成する電極と前記電極上に形成され配向処理された配向膜とを有する2枚の基板と前記基板間に挟持されたネマティック液晶からなる液晶層とを具備してなる液晶表示セルと、前記液晶セルを挟んで配置された2枚の偏光板とからなる液晶表示素子において、

前記少なくとも一方の偏光板と前記液晶セルの間に、光軸を有するようにリタレーション値が255～295nmである位相差板を液晶表示素子の平面方向に光軸を有するように配置し、

前記液晶セルは一面素内にラビングもしくは同等の効果を有する偏かなチルトを有する垂直配向処理の方向が2つあり、前記2つの方向は互いにほぼ直交しており、一方の配向処理の方向は前記位相差板の光軸と平行であり、上下基板のそれぞれ対向する前記2つの水平配向処理の方向は互いに0°もしくは180°の角をなしており、前記液晶層の液晶は負の誘電異方性を示すネマティック液晶で前記配向処理にて液晶分子配列が振じれを有しない構造となる液晶であり、前記液晶層の屈折率異方性 Δn と液晶層厚 d を乗じた値 $\Delta n d$ が0.22 μm 乃至0.295 μm であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項3】 位相差板のリタレーション値が230nm乃至270nmである請求項1または請求項2に記載の液晶表示素子。

【請求項4】 複数の画素を形成する反射電極を有する下基板と透明電極を有する上基板とこれら基板間に挟持された負の誘電異方性を示すネマティック液晶の液晶層とからなる液晶セルと、前記上基板側に設けられた1枚

の偏光板とを具備してなる液晶表示素子において、

前記液晶セルと前記偏光板との間に、リタレーション値が110nm乃至138nmである位相差板を設け、

前記液晶セルは一面素内にラビングもしくは同等の効果を有する偏かなチルトを有する垂直配向処理の方向が2つあり、前記2つの垂直配向処理の方向は互いに直交しており、一方の垂直配向処理の方向は前記位相差板の光軸と平行であり、上下基板のそれぞれ対向する前記垂直配向処理の方向は互いに0°もしくは180°の角をなしており、前記液晶層の液晶は前記配向処理にて液晶分子配列が振じれを有しない構造となる液晶であり、前記液晶層の屈折率異方性 Δn と液晶層厚 d を乗じた値 $\Delta n d$ が0.110 μm 以上であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項5】 位相差板が液晶層からなる請求項1、2または3に記載の液晶表示素子。

【請求項6】 フォイル状の光学異方素子であり、素子

平面方向の屈折率(n_x , n_y)が等しく、素子法線方向の屈折率(n_z)が素子平面方向の屈折率と異なる

($n_z \neq n_x = n_y$) 素子法線方向に光軸を有する光学異方素子を液晶セルと偏光板間に挿入したことを特徴とする請求項1、2または4に記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】ワードプロセッサやパーソナルコンピュータなどのOA機器の表示装置として用いられている液晶表示素子は偏光制御型が一般的であり、その液晶表示素子の殆どは、ネマティック液晶を用いており、表示方式として複屈折モードと旋光モードの2つの方式に大別される。

【0003】複屈折モードではネマティック液晶を振じれ状態で用いる構造と、振じれない状態で用いる構造があり、振じれネマティック液晶を用いたものでは、例えば、90°以上振じれた分子配列を持ち(ST方式と呼ばれる)、急峻な電気光学特性を持つため、各画素ごとにスイッチング素子(薄膜トランジスタやダイオード)が無くても時分割駆動により容易に大容量表示が得られる。

【0004】また、振じれないネマティック液晶を用いた構造では、例えば、ホモニアス型や垂直配向型のECB方式があげられ、前記ST方式同様、急峻な電気光学特性を持つため、各画素ごとにスイッチング素子が無くても時分割駆動により容易に大容量表示が得られる。

【0005】一方、旋光モードの素子は90°振じれた分子配列を持ち(TN方式と呼ばれる)応答速度が速く(数十ミリ秒)高いコントラスト比を示すことから、時計や電卓、さらにはスイッチング素子を各画素ごとに設

けることにより大表示容量で高コントラストな高い表示性能を持った液晶表示素子（例えばTFT-LCD）を実現する事ができる。近年、このTFT-LCDは階調表示を行っているが、斜めから観察した場合には表示の反転や黒つぶれ、白抜けといった現象が生じる。この現象は、一つの画素内の液晶分子が方位性を持って一様に変化するためであり、こうした問題を解決する手段として、一面素の液晶分子配列を、液晶分子のチルトする方向が 180° 逆となるように2種の分子配列とすることが、種々提案されている。

【0006】これら各種の液晶表示素子の電気光学特性には波長依存性がある。これは、前記各種の液晶表示素子が偏光板を用いた偏光制御型の液晶表示素子であるためである。これら偏光板を用いた偏光制御型の液晶表示素子の透過率は、いずれも次の式で表すことができる。

【0007】

$$T_r \sim \{ (\Delta n d / \lambda) \} \dots \dots \dots (0)$$

T_r ：液晶表示素子の透過率

$\{ \}$ ：関数

$\Delta n d$ ：液晶組成物の屈折率異方性 Δn と液晶層厚 d を乗じた値

λ ：入射光の波長

（0）式から明らかなように偏光制御型の液晶表示素子の透過率は、入射光の波長によって異なる。このため、これらの偏光制御型の液晶表示素子は $\Delta n d$ が0の状態（例えば前記垂直配向型のECB方式の場合、電圧無印加の状態）以外では、透過率に波長依存性を持ってしまい、色付きが生じ問題となっていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、前記従来の液晶表示素子には、その電気光学特性に波長依存性があり、表示の色付きが生じる問題があった。

【0009】発明の目的は色付き現象を改善し、さらに色付きの視角依存性を改善することができる液晶表示素子を得るものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数の画素を形成する電極と前記電極上に形成され配向処理された配向膜とを有する2枚の基板と前記基板間に挟持された正の誘電異方性を示すネマティック液晶からなる液晶層とを具備してなる液晶表示セルと、前記液晶セルを挟んで配置された2枚の偏光板とからなる液晶表示素子において、前記少なくとも一方の偏光板と前記液晶セルの間に、光軸を有するようにリタデーション値が $255 \sim 295 \text{ nm}$ である位相差板を液晶表示素子の平面方向に光軸を有するように配置し、前記液晶セルは一面素内にラビングもしくは同等の効果を有する垂直配向処理の方向が2つあり、前記2つの方向は互いにほぼ直交しており、一方の配向処理の方向は前記位相差板の光軸と平行であり、上下基板のそれぞれ対向する

前記2つの水平配向処理の方向は互いに 0° もしくは 180° の角をなしており、前記液晶層の液晶は前記配向処理にて液晶分子配列が揃じれを有しない構造となる液晶であり、前記液晶層の屈折率異方性 Δn と液晶層厚 d を乗じた値 $\Delta n d$ が $0.255 \mu\text{m}$ 乃至 $0.295 \mu\text{m}$ であることを特徴とする液晶表示素子を得るものである。

【0011】さらに、上記において液晶層に負の誘電異方性を示すネマティック液晶を用い、一面素内にラビングもしくは同等の効果を有する垂直配向処理の方向を2つ形成した液晶表示素子を得るものである。

【0012】さらに上記位相差板のリタデーション値が 255 nm 乃至 295 nm とした液晶表示素子を得るものである。

【0013】さらに、複数の画素を形成する反射電極を有する下基板と透明電極を有する上基板とこれら基板間に挟持された負の誘電異方性を示すネマティック液晶の液晶層とからなる液晶セルと、前記上基板側に設けられた1枚の偏光板とを具備してなる液晶表示素子において、前記液晶セルと前記偏光板との間に、リタデーション値が 110 nm 乃至 138 nm である位相差板を設け、前記液晶セルは一面素内にラビングもしくは同等の効果を有する垂直配向処理の方向が2つあり、前記2つの配向処理の方向は互いに直交しており、一方の垂直配向処理の方向は前記位相差板の光軸と平行であり、上下基板のそれぞれ対向する前記垂直配向処理の方向は互いに 0° もしくは 180° の角をなしており、前記液晶層の液晶は前記配向処理にて液晶分子配列が揃じれを有しない構造となる液晶であり、前記液晶層の屈折率異方性 Δn と液晶層厚 d を乗じた値 $\Delta n d$ が $0.110 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする液晶表示素子を得るものである。

【0014】さらに、位相差板が液晶層からなる液晶表示素子を得るものである。

【0015】さらに、フィルム状の光学異方素子であり、素子平面方向の屈折率（ n_x, n_y ）が等しく、素子法線方向の屈折率（ n_z ）が素子平面方向の屈折率と異なる（ $n_z \neq n_x = n_y$ ）素子法線方向に光軸を有する光学異方素子を液晶セルと偏光板間に挿入したことを特徴とする液晶表示素子を得るものである。

【0016】

【作用】本発明は、複屈折効果の液晶表示素子であり、この複屈折モード表示の原理はリタデーション値を制御する液晶セルを一对の偏光板で挟んだ構成において、リタデーション値に応じて両偏光板の光路上の光を透過または遮断する。本発明は固定されたリタデーション値を持つ位相差板と、リタデーション値に相当する $\Delta n d$ を制御可能な液晶セルの組合わせを一对の偏光板で挟む構成とし、かつ表示像の一つ一つの画素を得るための液晶

セルの各画素を特性の異なる2隣接領域(ア)(イ)で構成し、分割画素領域型とするものである。上記位相差板のリタデーション値を基準にして、分割画素領域のリタデーション値を位相差板のそれとほぼ同一値の相互に正負のリタデーション値をもつように設定し、画素電極への電圧印加制御により、各値を0と所定のリタデーション値間で選択できるようにする。

【0017】例えば位相差板のリタデーション値を27.5nmとすると、電圧無印加時に位相差板から見た一画素の領域(ア)の Δnd 値は-27.5nm、領域(イ)の Δnd 値を27.5nmとする。すなわち領域(ア)の光路上の位相差板を含めた総加リタデーション値は0であり、領域(イ)の光路上の位相差板を含めた総加リタデーション値は55.0nmである。電圧を印加した状態では領域(ア)(イ)ともに0となり、両領域とも光路上の総加リタデーション値は27.5nmとなる。

【0018】屈折率のない複屈折層を光路上、垂直した2枚の偏光板間に挟んだ場合の透過率 T_{r1} は次式で表される。

$$\begin{aligned} \text{【0019】 } T_{r1} &= T_0 \cdot \sin^2(2\theta) \cdot \sin^2 \\ & \quad (R\pi/\lambda) \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

T_0 : 偏光板の透過率

θ : 偏光板吸収軸とリタデーションの生じる方位とのなす角

R : リタデーション値(Δnd に相当)

λ : 入射光波長

逆に、平行配置した2枚の偏光板間に挟んだ場合の透過率 T_{r2} は、次式で表される。

$$\begin{aligned} \text{【0020】 } T_{r2} &= 1 - T_{r1} \dots\dots\dots \\ & \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

これら(1)式、(2)式からリタデーション値に対する透過率 T_{r1} 、 T_{r2} を可視光領域の青、緑、赤色光の3波長 $\lambda = 440, 550, 620$ nmについて計算すると図10、11のようになる。

【0021】図10は垂直した2枚の偏光板間に挟んだ場合の透過率 T_{r1} であり、図11は平行配置した2枚の偏光板間に挟んだ場合の透過率 T_{r2} を示している。両図から明らかであるが光波長によって透過率が変化し、図10の透過率1(100%)、図11の透過率0(0%、遮蔽率)のリタデーション値はその値が0に近い領域においても各波長で $\lambda 440$ で21.5nm、 $\lambda 550$ で27.5nm、 $\lambda 620$ で31.0nmとばらつきがある。

【0022】上述の領域(ア)(イ)ともに、電圧を印加状態で全リタデーション値を27.5nmとすると、図10から、波長 $\lambda 440$ の青色光の透過率は約85%、波長 $\lambda 550$ の緑色光の透過率は100%、波長 $\lambda 620$ の赤色光の透過率は約97%になる。一方、図11の関係ではそのまま遮蔽率となる。

【0023】すなわち、このようなリタデーション値の光波長依存性は色付き現象となるのであるが、本発明は

位相差板と液晶セルの領域(ア)、(イ)の特性が相補的に作用し、色付き現象を解消するもので、以下に説明する。

【0024】本発明の代表的構成I、II、III、IV、VおよびVIを図1乃至図6に示す。いずれの図の構成も液晶セルの一画素の構成を示すものである。(構成I、II)、(構成III、IV)、(構成V、VI)はそれぞれグループとしてまとめられるが、これらグループの異なる3種の表示素子は構成が異なっても原理的に同一作用をするものであり、いずれも図7に示すような光制御からなりたっている。

【0025】すなわち、図7において、吸収軸をクロスニコル配置した上偏光板11と下偏光板12の間に、位相差板13と液晶セル14が両偏光板で挟持されて配置され液晶表示素子10を構成する。図では液晶セル14は一画素のみを示しており、この画素は領域(ア)と領域(イ)の2分割領域からなる。上下偏光板11、12の吸収軸11a、12aは表示素子10の表示面の横方向(または水平方向)をx軸、縦方向(または垂直方向)をy軸、表示面法線をz軸とすると、y軸に対してそれぞれ左回りに45°、右回りに45°傾き、相互に直交するクロスニコルの関係に配置されている。液晶セル14の領域(ア)のラビング処理による平面配向方向は矢印14aで示すようにy軸に平行とし、領域(イ)のラビング処理による平面配向方向は矢印14bで示すようにx軸に平行。配向方向14a、14bが相互に直交するように形成される。位相差板13はx軸に平行な方向13aに最大屈折率を有し(光軸)、x軸およびz軸方向に同じ大きさの屈折率を有する屈折率異方性を有する。この最大屈折率の方向は位相差板作製においてポリエチレンの素材などを延伸して得られるので、延伸軸ともいう。

【0026】この配置により、領域(ア)のラビング配向方向14aと位相差板の光軸13aは直交し、領域(イ)のラビング配向方向14bと位相差板の光軸13aは平行となり、各々、偏光板の吸収軸11a、12aに対して45°の角度配置となる。

【0027】図において領域(ア)および領域(イ)を貫通する光路La、Lbを想定し、入射光が下偏光板12側から入射し、液晶セル14、位相差板13を経て上偏光板11から出射する透過型表示素子であるとする。

【0028】下偏光板12に入射した光は偏光されx軸から左回り45°回転した直線偏光L12となる。この光L12が液晶セル14の領域(ア)を通過すると、右回りに90°回転した直線光L14aとなり、さらに位相差板13において逆に左回りに90°回転しL13aとなり、上偏光板11の吸収軸11aに平行になるため、この光路La上の光は上偏光板11で吸収遮断される。

【0029】一方、液晶セル14の領域(イ)に入射した直線光L12は領域(イ)により左回りに90°回転

し、直線偏光L14bとなる。さらに位相差板13において左回りに 90° 回転しL13bとなり、上偏光板11の吸収軸11aに平行になるため、この光路Lb上の光は上偏光板11で吸収遮断される。

【0030】この状態において、液晶セル14の電圧制御により領域(A)、(イ)から配向機能を取り除くと、光路La、Lb上の直線偏光L12は位相差板13によってのみ左回りに 90° 回転するので、上偏光板11の吸収軸11aに対して直交する直線偏光光になるため、両光路上の光は上偏光板を透過する。

【0031】図7の光制御系を具体化したのが、構成I、II、III、IV、VおよびVIであり、図1乃至図6により説明する。なお、各国同符号のものは同様部分を示す。

【0032】図1は(構成I)を説明するもので、素子断面(ii)を中心に、各部の配列および偏光に対する各軸の関係(i)を左側に、液晶セルの液晶分子の配列状態と位相差板の光軸の関係(iii)を右側に示している。

【0033】液晶セル14はガラスでできた上基板20と下基板21を有する。上基板20は一方の表面にITOの上画素電極22を形成し、その電極表面上の各一面素を区画する領域を領域(A)と領域(イ)に2分して、配向膜23aと配向膜23bとが隣接して形成される。

【0034】下基板21の上基板20に対向する表面にITOの下画素電極24を形成し、領域(A)と領域(イ)の部分に配向膜25a、25bを形成する。配向膜にラビング処理を施し、基板の配向膜間の隙間に正の誘電異方性を示すネマティック液晶の液晶層26を充填し液晶セル14とする。領域(A)における配向膜23a、25aのラビング方向をy軸に平行でかつ相互に 180° 逆の方向A1、A2とし、また領域(イ)における配向膜23b、25bのラビング方向をx軸に平行かつ相互に 180° 逆の方向B1、B2とする。この配向処理により、(ii)(iii)に示すように、液晶の分子26a、26bは僅かにブレチルト角 $\alpha 0$ を有するホモジニアス配列となり、両領域の分子配列は傾じれなして直交する。

【0035】位相差板やネマティック液晶は屈折率異方性を有し、一般にその光学特性をx、y、z軸方向の立体屈折率楕円体で表すことができる。図(iii)において、位相差板13の厚みをt、液晶層26の層厚をd、さらに(A)は領域(A)の屈折率異方性、(イ)は領域(イ)の屈折率異方性、(ウ)は位相差板13の屈折率異方性を示し、かつそれぞれの配置関係を表している。ここで n_x 、 n_y 、 n_z は各軸の屈折率である。

【0036】図2に示す(構成II)は、(構成I)における液晶分子の配列がホモジニアス配列であることを、スプレイ配列に替えた以外は同構成である。スプレイ配列

にするために、図(i)のように、領域(A)の上下配向膜33a、35aをy軸に平行な同一ラビング方向A1、A2とし、領域(イ)の上下配向膜33b、35bをx軸に平行な同一ラビング方向B1、B2に配向処理している。これにより(iii)に示すように液晶分子26a、26bはスプレイ配列となる。屈折率楕円体の関係は(構成I)の構成と変わらない。

【0037】図3に示す(構成III)は、(構成I)において領域(A)の配向膜43a、43b、および領域(イ)の配向膜45a、45bに垂直配向処理を付加したもので、液晶層36に負の誘電異方性を示すネマティック液晶を用いたものである。この構成では電圧無印加時は液晶分子は配向膜に対して基板面法線から僅かに傾いた配列をなし、この傾き状態は液晶層厚方向に一定のユニフォーム配列47である。電極に電圧を印加すると、この液晶分子は基板面にほぼ平行に配列する。

【0038】図4に示す(構成IV)は、図2の(構成I)において領域(A)の配向膜53a、55a、および領域(イ)の配向膜53b、55bに垂直配向処理を付加したもので、液晶層36に負の誘電異方性のネマティック液晶を用いたものである。この構成では電圧無印加時は液晶分子は配向膜に対して基板面法線から僅かに傾いた配列をなし、この傾き状態は液晶層厚方向に曲線をもつベント配列57になる。電極に電圧を印加すると、この液晶分子は基板面にほぼ平行に配列する。

【0039】つ(構成V)、図6の(構成VI)に示すものは、光路上にアルミニウムの下画素電極40で形成した反射板による光反射が1回含まれるものであり、表示用液晶層、位相差板および偏光板は入射光、反射光の2回、つまり光が各層を往復することによって、図7に示す光路となる。

【0040】図5の(構成V)が図3の(構成III)に対応し、図6の(構成VI)が図4の(構成IV)に対応する。

【0041】上記各構成において、(構成I)、(構成II)に示すものは、電圧を印加していない状態で、位相差板をふくめた光路上の全リタデーション値が、0および550nmとなり、液晶分子をほぼ垂直に配列しうる電圧を印加した場合に全リタデーション値が、275nmとなる構成のものであり、(構成III)、(構成IV)、(構成V)および(構成VI)では、逆に表示用液晶層として、負の誘電異方性を示すネマティック液晶組成物を僅かなチルトを有する垂直配向処理基板間に挟持してなるものであるから、電圧を印加していない状態で、全リタデーション値が、275nmとなり、液晶分子をある程度チルトさせた状態、もしくは部分的にほぼ水平に配列しうる電圧を印加した場合に全リタデーション値が、0および550nmとなる構成のものである。

【0042】図7に示すように、素子法線方向から観察したとき液晶層のリタデーション値が実効的に275nm

mとなるとき(状態A、状態Aは水平配向処理をした(構成I)、(構成II)の構造の素子では電圧無印加時に、垂直配向処理をした(構成III)、(構成IV)、の構造の素子では電圧印加時に生じる)、液晶層(電圧無印加時)、位相差板の光軸と液晶分子配列方向は、図7の(ア)の領域が直交、図7(イ)の領域が平行となっている。素子法線方向から観察したとき、図7(ア)の領域の液晶層と位相差板(実効的なリタデーション値は275nm)の全リタデーション値は、それぞれの光軸が直交しているため、0となる。逆に図7(イ)の領域では、それぞれの光軸が平行になっているので、液晶層と位相差板との全リタデーション値は、それぞれのリタデーション値を足した値550nmとなる。

【0043】また、液晶層のリタデーション値が実効的に0となるとき(状態B、水平配向処理をした(構成I)、(構成II)の構造の素子では電圧印加時、垂直配向処理をした(構成III)、(構成IV)、(構成V)、(構成VI)の構造の素子では電圧無印加時)は、素子法線方向から観察したとき、図7(ア)、(イ)の領域ともに液晶層と位相差板のリタデーション値を総和した全リタデーション値は、位相差板のリタデーション値のみとなるので、275nmとなる。

【0044】すなわち、図7(ア)の領域では、電界制御により液晶層と位相差板のトータルのリタデーション値を、0から275nm(275nmから0)に変化させることができ、図7(イ)の領域では、電界制御により液晶層と位相差板のトータルのリタデーション値を、550nmから275nm(275nmから550nm)に変化させることができるわけである。

【0045】したがって、図7(ア)、(イ)の領域における印加電圧に対する液晶層と位相差板の全リタデーション値の変化をグラフ化すると図8、図9のようになると考えられる。ここで図8は水平配向処理をした(構成I)、(構成II)の構造の素子の場合、図9は垂直配向処理をした(構成III)、(構成IV)、(構成V)、(構成VI)の構造の素子の場合の理論図である。

【0046】また、図1乃至図7に示すように、本発明の液晶表示素子において入射光側の下偏光板吸収軸と液晶層と位相差板の全リタデーションの生じる方位とのなす角は、いずれの場合においても45°となる。

【0047】ここで図10、図11を参照して、 $\lambda = 550\text{nm}$ の光について、透過率について考えてみる。図7に示す領域(ア)と(イ)それぞれについて、本発明の液晶表示素子の種々の構成における印加電圧に対する透過率の変化を知るために図8の曲線と図10、11の曲線を合成した。その結果を図12、13に示す。いずれの図においても結果的に図7に示す領域(ア)と(イ)は同一曲線となる。

【0048】このように本発明の液晶表示素子は、一面素子が2つの配向領域からなり、これら2つの配向領域で

は、印加電圧に対するリタデーション値の変化が異なっている(図8参照)が、結果的に印加電圧に対する透過率の変化は、 $\lambda = 550\text{nm}$ の光についてのみ考えれば、いずれの領域でも同じ変化の仕方を示すこととなるわけである。これは、液晶層と位相差板の総和の全リタデーションが、この $\lambda = 550\text{nm}$ の丁度1.0倍、0.5倍、0倍となっているからであり、前記した透過率を示す(1)、(2)式における $(R\pi/\lambda)$ の値が0、 $\pi/2$ 、 π と正弦関数の極小、極大値、0となる条件になっているからである。

【0049】次に、他の青色光、赤色光すなわち $\lambda = 440\text{nm}$ 、 620nm の場合どうなるかについて考えてみる。図14、15、16および17は図12、図13同様、図8の曲線と図10、11の曲線を $\lambda = 440\text{nm}$ 、 620nm の場合について合成したものであり、印加電圧に対する透過率の変化を図7に示す領域(ア)と(イ)それぞれについて示したものである。図14、15は $\lambda = 440\text{nm}$ の結果で、図16、17は $\lambda = 620\text{nm}$ の結果である。また、図中、実線で示す曲線は図12、13に示した $\lambda = 550\text{nm}$ での合成結果の曲線である。

【0050】図からわかるように $\lambda = 440\text{nm}$ 、 620nm における(ア)と(イ)の領域の印加電圧に対する透過率の変化を示す曲線は、 $\lambda = 550\text{nm}$ における印加電圧に対する透過率の変化を示す曲線と異なっている。つまり、 $\lambda = 550\text{nm}$ に対し、上にずれるか、下にずれた形状となっている。しかしながら、いずれの図においても、領域(ア)が上にずれていたなら、領域(イ)は下にずれており、(イ)が上にずれていたなら、(ア)は下にずれている。

【0051】前述したように、本発明の液晶表示素子は1画面内に2つの配向領域、つまり図7に示す(ア)と(イ)の領域を設けた構成となっている。したがって、各画素における透過率は図7に示す(ア)と(イ)のそれぞれの領域における透過率の合成されたものとなる。このため、図12乃至図17に示したそれぞれの液晶表示素子のそれぞれの入射光波長における印加電圧に対する透過率の変化は、それぞれの図における領域(ア)と(イ)の曲線の平均となる。ここで、図12、13に示す $\lambda = 550\text{nm}$ の場合は、領域(ア)と(イ)の曲線は重なっているため、当然その平均も重なっている。さらに、図16乃至図17に示す $\lambda = 440\text{nm}$ 、 620nm の曲線は、前述したように、領域(ア)と(イ)で、前記 $\lambda = 550\text{nm}$ の曲線から相反する方向にずれている。よって、図13乃至図17に示す $\lambda = 440\text{nm}$ 、 620nm における(ア)と(イ)の曲線の平均は、ほぼ図12、13に示す $\lambda = 550\text{nm}$ の曲線と一致する。この結果、一面素子をひとつの単位として本発明の液晶表示素子の透過率を考えた場合、印加電圧に対する透過率の変化は、入射光の波長に関わらず、ほぼ同一

の曲線（変化の仕方）となるわけである。

【0052】このように本発明の液晶表示素子は極めて波長依存性の少ない電気光学特性（透過率-印加電圧曲線）を示す。

【0053】次に本発明の液晶表示素子の3グループそれぞれの構成の特徴と作用を順に説明する。

【0054】（構成I）、（構成II）に示す構成のものは、いずれも透過型の液晶表示素子であり、前述したごとく、一面素の配向処理が2分割されている。駆動用の液晶表示セルの液晶分子配列は、（ア）と（イ）の領域双方とも僅かなチルトを有する水平配向であり、且つ傾じれを持たない分子配列となる。構成Iにおいては、前記僅かなチルトのチルト方向（つまりはラビング方向）が上下基板で 180° 逆であり（こうした分子配列を一般的にホモジニアス配列と言う）、（構成II）においては、前記僅かなチルトのチルト方向が上下基板で同一方向である（この分子配列を一般的にスプレイ配列と言

う）。これら（構成I）、（構成II）に示す構成のものは、素子の法線方向から観察した場合、電圧を印加していない状態では、ほぼ同様の複屈折性を示すが、斜めから観察した場合、（構成I）と（構成II）では複屈折率の観察方向依存性が異なる。（構成I）の構造では、液晶層の分子配列がいわゆるホモジニアス配列となっているため、液晶分子のチルト方向は一律に一定方向を向いている。このため複屈折率には著しい観察方向依存性が生じる。これに対し、（構成II）では、液晶層の分子配列がいわゆるスプレイ配列となっているため、液晶分子のチルト方向は液晶層の上半分とした半分まで丁度 180° 逆の方向となる。このため斜めから観察した場合、ある観察方向とその観察方向と 180° 逆の観察方向を比較してもその複屈折値はほぼ同じ値となる。よって、この構成では方位性が少ない分、複屈折率の観察方向依存性が少ない。ただし、（構成II）では、その分子配列がスプレイ配列となっているため、電圧印加時のチルト方向が2方向取り得ることとなるため、上下基板において基板表面の液晶分子チルト角を異ならせるといった方法等を用いて前記電圧印加時のチルト方向が1方向としかならないような制御をしないと電圧印加時にチルトリバースといった配向不良が生じてしまう。このように（構成I）と（構成II）を比較すると一長一短はあるものの、これらの構成は次にのべる特長を持っている。

【0055】・液晶層の配向処理は僅かなチルトを有する水平配向であり、ラビング法等簡単に安価な製造方法とすることができる。

【0056】・電圧を印加した状態、つまり、液晶分子がチルトした状態においてそのチルト方向は1面素内に2方向（互いに直交）あり、相互で視角依存性を補償する効果が生じ、視角依存性の少ない液晶表示素子を実現できる。

【0057】・前述したように透過光の波長依存性を自

己補正するので複屈折効果型にもかかわらず色の視角依存性が少ない。

【0058】（構成III）、（構成IV）に示すものは、（構成I）、（構成II）における液晶表示セルの液晶分子配列をほぼ垂直配向とし、用いる液晶組成物を負の誘電異方性を示すネマティック液晶組成物としたものである。つまりは、実効的リタデーションが電圧を印加していない状態で0とし、電圧を印加することによって、ほぼ 275nm となるように制御することにより、位相差板のリタデーションと液晶表示セルのリタデーションの和が、電圧を印加していない状態で 275nm であり、電圧を印加することによって0および 550nm となるようにしたものである。

【0059】本構成は（構成I）、（構成II）に示す構成のものと比較して、その電気光学特性が丁度逆になるものであって、電圧無印加時に前記位相差板のリタデーションと液晶表示セルのリタデーションの和が 275nm となることから、この状態が低電圧（つまりは0V）で得られることが特長となる。本発明の液晶表示素子は前記位相差板のリタデーションと液晶表示セルのリタデーションの和が 275nm の状態と0および 550nm の状態とを電界により制御するものであるが、（構成I）、（構成II）に示す構成のものはそのうち一方のリタデーション（ 275nm ）をえるのに液晶分子配列をほぼ垂直配向とする必要がある。これには十分な電圧を必要とし、実際には $7\sim 8\text{V}$ の実効電圧を必要とする。これに対し（構成III）、（構成IV）に示す構成のものは前記位相差板のリタデーションと液晶表示セルのリタデーションの和が 275nm の状態は電圧無印加によって得られ、0および 550nm の状態も、液晶層の Δn を大きくしておけば液晶分子を僅かに（水平方向に）傾かせれば得られることとなるため低電圧の印加電圧（ $2\sim 3\text{V}$ ）により得られる。また、液晶層の Δn を大きくしておけば、わずかな分子配列変化により前記液晶層のリタデーションを変化させることができるので電気光学特性も急峻となり、単純な電極構造でもマルチプレックス駆動により駆動することができ、安価な液晶表示素子を実現できる。

【0060】また、（構成III）と（構成IV）との違いは、電圧無印加時における液晶分子配列がいわゆるベンド配列となっているか、ユニフォーム配列になっているかの違いであって、具体的に説明するとその液晶分子配列が前者のベンド配列は液晶分子の配列方向（チルト方向）が液晶層厚方向の上半分と下半分とで丁度 180° 逆になっている配列（これが（構成IV）の配列）であり、後者のユニフォーム配列は液晶分子の配列方向（チルト方向）が液晶層厚方向で下から上まで一様な配列方向となっているものである。（構成I）、（構成II）の相違点と同様、こうした（構成III）と（構成IV）との違いは、液晶表示素子の視角依存性の相違につながる。

13

つまり（構成III）と比較して（構成IV）のほうが視角依存性は良好となる。また、（構成IV）の構成は（構成II）の構成と異なり上下基板表面のチルト角が等しくても、電圧を印加した際の液晶分子の伏せる方向は2方向となることができるため、電圧印加時にリバース等の配向不良は生じることがなく、上下基板において、その配向処理を差別化する必要がない。

【0061】また、（構成V）、（構成VI）に示す構成のものは、本発明の作用を偏光板を1枚だけ用いた反射型のLCDに適用した構成を示すものである。光路上、各液晶層、位相差板層、偏光板層を入射光と反射光の2回通過するため、各層のリクレーション値等は、（構成III）、（構成IV）の半分の値としなくてはならない。この（構成V）、（構成VI）に示す反射型構成のものは、（構成III）、（構成IV）に示す透過型構成同様、電圧無印加時に液晶分子配列が垂直配向となっているため、（構成III）、（構成IV）に示す構成同様の特長をもち、且つ、光路的に斜めから観察しても入射光と反射光では液晶分子が（構成V）の構成であっても、（構成VI）の構成であっても丁度逆の極性となるため、極めて視角依存性の少ない表示が得られることとなる。

【0062】また、本発明の液晶表示素子は、いずれの構成においても、素子方線方向から観察した場合にリクレーション値が0、斜めから観察した場合にリクレーション値が0以外（ >0 もしくは <0 ）となるような光学フイルムをさらに加えることによって、斜めから観察した場合に正面から観察した場合と表示が異なるといった視角依存性が緩和されるような処置を施せばさらに優れた特性がえられることとなる。

【0063】例えば、（構成III）、（構成IV）、（構成V）および（構成VI）の構成のものに対しては、屈折率異方性が負であって、平面方向の屈折率が等価である（つまり、 $n_x = n_y > n_z$ （ n_z が法線方向の屈折率）である屈折率異方性を示すフイルム）ような光学フイルムを付加すればよい。

【0064】なお、作用の説明において、位相差板のリクレーション値を275nmとした。この値は他の値を選ぶことができ、図10、図11から270nmまたはその近傍、実用的には255nmから295nmの範囲に選ぶことにより、可視光域のほぼ全範囲の光制御が可能である。（構成V）および（構成VI）の反射型素子では、これらの値を1/2にすることはいうまでもない。

【0065】

【実施例】以下本発明の液晶表示素子の実施例を詳細に説明する。

【0066】（実施例1）本実施例は（構成I）に関するものである。

【0067】図1において、一面素子pの大きさが100 $\mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ であり、面素子ピッチが110 $\mu\text{m} \times 330 \mu\text{m}$ であり、面素子数が（640 \times 3） \times 480であ

14

る約10インチサイズのTFT基板24および前記TFT基板の画素に対応したRGBカラーフィルタを備えたITOべた電極付きコモン基板20を用意し、前記双方の基板に配向膜23a、23b、25a、25bとしてポリイミド（（株）日本合成ゴム製のAL-3046（平均的なブレチルト角が約4°））を印刷し、180℃、30分の焼成後、各画素の配向処理方向が（構成I）の（ア）の領域の方向となるよう前記双方の基板をラビングして、さらにこれにレジストを塗布して、レジスト現像により、前記（ア）の領域が被覆されるよう露光処理を施し、現像工程を得て、（構成I）の（イ）の領域が露出するようにして配向処理方向が（構成I）の（イ）の領域の方向となるよう前記双方の基板をラビングし、しかる後、レジストを完全に除去し、本実施例の液晶セル14用配向処理済基板とした。これら基板20、21を液晶層厚が4.4 μm となるように基板間隙剤として（株）積水ファインケミカル製のミクコパール（粘度4.4 μm ）を前記コモン基板側に散布し、前記双方の基板を重ね合わせて、これら基板間に液晶として正の誘電異方性を示すネマティック液晶材料（（株）メルクジャパン製のZLI-1695（ $\Delta n = 0.0625$ ））を真空注入法にて注入して液晶層26とし、このときの注入口を紫外線硬化樹脂にて封止して本実施例に用いる液晶セル14を得た。

【0068】この液晶セル14に（構成I）の構造となるよう位相差板13として日東電工（株）のNRF54・NRF540・NRF280の3層積層リクレーションフイルム（平均波長 $\lambda = 550 \text{ nm}$ における $R = 275 \text{ nm}$ 、 $R/\lambda = \lambda/2$ ）を本実施例の液晶セル14に貼りあわせ、これらを吸収軸11a、12aが直交した偏光板11、12間に、偏光板の吸収軸と前記位相差板のリクレーション方向（光軸方向）13aが45°の角度をなすよう、前記位相差板13と液晶セル14を挿入し、液晶表示素子101を得た。

【0069】こうして得られた液晶表示素子の電気光学特性を $\lambda = 440 \text{ nm}$ 、550 nm、620 nmの光にて測定した結果を図18に示す。図に示すごとく、極めて波長依存性の少ない電気光学特性が得られることがわかった。さらに、得られた液晶表示素子の等高コントラスト特性を印加電圧0-8 Vにて測定したところ、正面でコントラスト比150:1、視角30°までコントラスト比10:1以上と極めて広い視角依存性を得ることがわかった。さらに、本実施例の液晶表示素子の表示色を観察したところ、正面は無論のこと視角を変化させてもほとんど色付きの生じない極めて優れた色味が得られることがわかった。

【0070】（実施例2）（構成II）

図2において、実施例1同様の基板を用い、コモン基板11側の配向膜33a、33bのみ、（株）日本合成ゴム製のAL-1051（平均的なブレチルト角が約1

°)として、実施例1における各画素の配向処理方向を(構成II)となるようにラビングを行う以外実施例1同様の材料、条件、製法にて本実施例の液晶表示素子10IIを得た。

【0071】実施例1同様、得られた液晶表示素子の電気光学特性を $\lambda=440\text{nm}$ 、 550nm 、 620nm の光にて測定したところ、実施例1とほとんど同じ結果が得られた。また、得られた液晶表示素子の等コントラスト特性を印加電圧0-8Vにて測定したところ、正面でコントラスト比150:1、視角30°までコントラスト比15:1以上と、実施例1以上に極めて広い視角依存性を得ることがわかった。さらに、実施例1同様、本実施例の液晶表示素子の表示色を観察したところ、実施例1同様、正面は無論のこと視角を変化させてもほとんど色付きの生じない極めて優れた色味が得られることがわかった。

【0072】(実施例3)(構成I)

実施例1における位相差板13の代わりに位相差板として図19に示す構成の液晶セルを用い、本実施例の液晶表示素子を得た。ここで用いた図19(a)に示す構成の液晶セルは厚さ0.3mmのガラス基板60、61に配向膜62、63として(株)日本合成ゴム製のAL-3046を、図19(a)に示す方向にラビングし、液晶層64の層厚が6.5 μm となるように基板間隙剤として(株)横水ファインケミカル製のマイクロパール(粒径6.5 μm)を前記一方の基板61上に散布し、双方の基板60、61を重ね合わせて、これら基板間、液晶組成物として、たとえ予期せぬ電場(静電気による帯電等)や磁場が生じてもスプレイ分子配列65が変化しないよう負の誘電異方性を示すネマティック液晶材料として、(株)メルクジャパン製のZLI-2806($\Delta n=0.042$)を真空注入法にて注入して、このときの注入口を紫外線硬化樹脂にて封止して得たものである。

【0073】こうして得られた本実施例の液晶表示素子に実施例1同様の評価を行ったところ、実施例1同様の優れた諸特性が得られ、本発明の液晶表示素子は、位相差板として、高分子フィルムの位相差板のかわりに、これと同じ機能を有する液晶セルを用いても同様の効果が得られることが確認された。

【0074】(実施例4)(構成III)

図3において、実施例1と同じ基板20、21を用い、前記双方の基板を(株)チッソ製のODS-E(垂直配向処理剤)溶液に浸したのち150℃、30minの焼成を行って、前記双方の基板表面に垂直配向膜43a、43b、45a、45bを得た。しかる後、各画素の配向処理方向が(構成III)の図3(A)の領域の方向となるよう前記双方の基板をラビングA1、A2して、さらにこれにレジストを塗布して、レジスト現像により、前記(A)の領域が被覆されるよう露光処理を施し、現

像工程を得て、(構成III)の図3(I)の領域が露出するようにして配向処理方向が(構成III)の(I)の領域の方向となるよう前記双方の基板をラビングB1、B2し、しかる後、レジストを完全に除去し、本実施例の液晶表示素子用配向処理済基板とした。これら基板を液晶層36の層厚が6.5 μm となるように基板間隙剤として(株)横水ファインケミカル製のマイクロパール(粒径6.5 μm)を前記コモン基板20側に散布し、前記双方の基板を重ね合わせて、これら基板間に実施例3に用いた負の誘電異方性を示すネマティック液晶材料、ZLI-2806($\Delta n=0.042$)を真空注入法にて注入して、このときの注入口を紫外線硬化樹脂にて封止して本実施例の液晶セルを得た。

【0075】この液晶セルに(構成III)の構成となるよう、実施例1同様位相差板として日東電工(株)のNRF540・NRF540・NRF280の3層積層リクレーションフィルム(平均波長 $\lambda=550\text{nm}$ における $R=275\text{nm}$ 、 $R/\lambda=\lambda/2$)を前記本実施例における液晶表示セルに貼りあわせ、これらを直交した偏光板11、12間に、偏光板の吸収軸11a、12aと前記位相差板のリクレーション方向(光軸方向)13aが45°の角度をなすよう、前記位相差板13と液晶セル14を挿入し、本実施例の液晶表示素子10IIIを得た。

【0076】こうして得られた液晶表示素子の電気光学特性を $\lambda=440\text{nm}$ 、 550nm 、 620nm の光にて測定した結果を図20に示す。図に示すごとく、極めて波長依存性の少ない電気光学特性が得られることがわかった。さらに、得られた液晶表示素子の等コントラスト特性を印加電圧0-6Vにて測定したところ、正面でコントラスト比200:1、視角30°までコントラスト比10:1以上と極めて広い視角依存性を得ることがわかった。さらに、本発明の液晶表示素子の表示色を観察したところ、正面は無論のこと視角を変化させてもほとんど色付きの生じない極めて優れた色味がえられることがわかった。

【0077】(実施例5)(構成IV)

図4において、実施例4同様の基板を用い、実施例4における各画素の配向膜53a、53b、55a、55bの配向処理方向を(構成IV)となるようにラビングを行う以外、実施例4同様の材料、条件、製法にて本実施例の液晶表示素子10IVを得た。

【0078】実施例4同様、得られた液晶表示素子の電気光学特性を $\lambda=440\text{nm}$ 、 550nm 、 620nm の光にて測定したところ、実施例4とほとんど同じ結果が得られた。また、得られた液晶表示素子の等コントラスト特性を印加電圧0-5Vにて測定したところ、正面でコントラスト比200:1、視角30°までコントラスト比15:1以上と、実施例4以上に極めて広い視角依存性を得ることがわかった。さらに、実施例4同様、

本実施例の液晶表示素子の表示色を観察したところ、実施例4同様、正面は無論のこと視角を変化させてもほとんど色付きの生じない極めて優れた色みがえられることがわかった。

【0079】(実施例6)(構成III)

図3において、基板20として電極22をストライプ状としその幅が $100\mu\text{m}$ であり、パターンピッチが $110\mu\text{m}$ であり、電極本数が (640×3) であり、各電極パターン毎に異なる色(RGB)のカラーフィルターを具備した信号電極用ITOパターンニング基板および、電極幅が $300\mu\text{m}$ であり、パターンピッチが $330\mu\text{m}$ であり、電極本数が480である走査電極用ITOパターンニング基板21を用い、実施例4と同様の配向処理を施して、これら基板を液晶層厚が $6.5\mu\text{m}$ となるように基板間隙剤として(株)積水ファインケミカル製のマイクロボール(粒径 $6.5\mu\text{m}$)を前記下基板21側に散布し、前記双方の基板を重ね合わせて、これら基板間に実施例3に用いた負の誘電異方性を示すネマティック液晶材料、ZLI-1850($\Delta n=0.208$)を真空注入法にて注入して、このときの注入口を紫外線硬化樹脂にて封止して(構成III)の構成となる本発明に用いる液晶セルを得た。

【0080】こうして得られた液晶表示セルを(構成III)の構成となるよう実施例4同様、位相差板13、偏光板11、12と組み合わせ、本実施例の液晶表示素子を得た。

【0081】実施例1、4同様に電気光学特性を測定したところ、図21に示す結果を得た。図から明らかなように、実施例1、4同様波長依存性が極めて少ないことは無論のこと、その特性が極めて急峻であり、本実施例の液晶表示素子はマルチブレックス駆動に適した特性であることが確認された。

【0082】さらに、実施例1、4同様に液晶表示素子の等コントラスト特性を、 $1/480\text{ duty}$ 駆動のマルチブレックス駆動(駆動実行電圧3-4V)にて測定したところ、正面でコントラスト比40:1、視角 30° までコントラスト比5:1以上と極めて広い視角依存性を得ることがわかった。さらに、本発明の液晶表示素子の表示色を観察したところ、正面は無論のこと視角を変化させてもほとんど色付きの生じない極めて優れた色みがえられることがわかった。

【0083】(実施例7)(構成V)

基板として図22に示すような凹凸のある反射面電極40とアクリル樹脂の絶縁層71を有する不透明(黒色)のガラス基板70を用い画素ごとにTFTスイッチング素子72をもつTFT基板(一面素子の大きさは $300\mu\text{m}\times 300\mu\text{m}$ であり、画素ピッチが $304\mu\text{m}\times 304\mu\text{m}$ であり、画素数が 640×480 である約9インチサイズ)21および、図5のように、べたITO電極22を形成した共通基板20を用い、実施例4同

様の配向処理を各画素の配向処理方向A1、A2、B1、B2が(構成V)のようになるよう施した後、これら基板を液晶層厚が $4.5\mu\text{m}$ となるように基板間隙剤として(株)積水ファインケミカル製のマイクロボール(粒径 $4.5\mu\text{m}$)を前記共通基板20側に散布し、前記双方の基板を重ね合わせて、これら基板間に実施例3、4、5に用いた負の誘電異方性を示すネマティック液晶材料、ZLI-2806($\Delta n=0.042$)を真空注入法にて注入して液晶層36とし、このときの注入口を紫外線硬化樹脂にて封止して本実施例に用いる液晶セル14を得た。液晶層36の Δnd は $137\mu\text{m}$ としている。

【0084】この液晶セルに(構成V)の構成となるよう、実施例1等同様位相差板として自製エス(株)のNRF270・NRF270・NRF140の3層積層リタデーションフィルム(平均波長 $\lambda=550\text{nm}$ における $R=137\text{nm}$ 、 $R/\lambda=\lambda/4$)を前記本実施例における液晶表示セルの共通基板20外側に貼り合わせ、これらに偏光板11を、偏光板の吸収軸11aと前記位相差板のリタデーション方向(光軸方向)13aが 45° の角度をなすよう、前記位相差板上に貼り合わせ、本実施例の液晶表示素子14を得た。

【0085】こうして得られた液晶表示素子の電気光学特性(印加電圧に対する反射光強度)を $\lambda=440\text{nm}$ 、 550nm 、 620nm の光にて測定した結果を図23に示す。図に示すごとく、極めて波長依存性の少ない電気光学特性が得られることがわかった。さらに、得られた液晶表示素子の等コントラスト特性を印加電圧0-4Vにて測定したところ、正面でコントラスト比10:1、視角 30° までコントラスト比3:1以上と極めて広い視角依存性を得ることがわかった。また、電圧印加時の最大反射率を測定したところ、44.8%と極めて高い反射率であることがわかった。さらに、本発明の液晶表示素子の表示色を観察したところ、正面は無論のこと視角を変化させてもほとんど色付きの生じない極めて優れた色みが得られることがわかった。

【0086】(実施例8)(構成V)

図5において、信号電極基板20として、電極22の幅が $300\mu\text{m}$ であり、パターンピッチが $330\mu\text{m}$ であり、電極本数が 640×3 である信号電極用ITOパターンニング基板20および、図24に示すような表面を凹凸にしたアクリル樹脂絶縁層81の上に凹凸のある電極幅が $300\mu\text{m}$ であり、パターンピッチが $330\mu\text{m}$ であり、電極本数が480である反射電極40を有する不透明(黒色)のガラス基板80を用いた走査電極用パターンニング基板21を用い、実施例4同様の配向処理を各画素の配向処理方向が(構成V)のようになるよう施した後、これら基板を液晶層厚が $6.5\mu\text{m}$ となるように基板間隙剤として(株)積水ファインケミカル製のマイクロボール(粒径 $6.5\mu\text{m}$)を一方の基板側に散布し、

前記双方の基板を重ね合わせて、これら基板間に実施例 3、4、5 に用いた負の誘電異方性を示すネマティック液晶材料、ZLI-4850 ($\Delta n = 0.208$) を真空注入法にて注入して液晶層 36 とし、このときの注入口を紫外線硬化樹脂にて封止して本実施例に用いる液晶セルを得た。

【0087】この液晶セルに(構成V)の構成となるよう、実施例7同様に位相差板13、偏光板11を貼り合わせ、本実施例の液晶表示素子を得た。

【0088】こうして得られた液晶表示素子の電気光学特性(印加電圧に対する反射光強度)を $\lambda = 440\text{nm}$ 、 550nm 、 620nm の光にて測定した結果を図25に示す。実施例6同様本実施例の電気光学特性は極めて急峻であり、本実施例の液晶表示素子はマルチプレックス駆動に適した特性であることが確認された。

【0089】さらに、実施例6同様に液晶表示素子の等コントラスト特性を、 $1/480\text{ duty}$ 駆動のマルチプレックス駆動(駆動実効電圧2-3V)にて測定したところ、正面でコントラスト比6:1、視角 30° までコントラスト比3:1以上と極めて広い視角依存性を得ることがわかった。さらに、本発明の液晶表示素子の表示色を観察したところ、正面は無論のこと視角を変化させてもほとんど色付きの生じない極めて優れた色味がえられることがわかった。

【0090】(実施例9)(構成VI)

図6において、実施例7におけるラビング方向、B1を実施例5において実施例4から変更したのと同様に(構成VI)となるようにする以外、実施例7同様の材料、条件、製法にて本実施例の液晶表示素子10VIを得た。

【0091】実施例7同様、得られた液晶表示素子の電気光学特性を $\lambda = 440\text{nm}$ 、 550nm 、 620nm の光にて測定したところ、さらに、得られた液晶表示素子の等コントラスト特性を印加電圧0-4Vにて測定したところ、正面でコントラスト比10:1、視角 30° までコントラスト比4:1以上と実施例7以上に極めて広い視角依存性を得ることがわかった。また、電圧印加時の最大反射率を測定したところ、実施例7同様、極めて高い反射率であることがわかった。さらに、本発明の液晶表示素子の表示色を観察したところ、正面は無論のこと視角を変化させてもほとんど色付きの生じない極めて優れた色味がえられることがわかった。

【0092】(実施例10)図1において、(構成I)の実施例1における液晶表示素子の位相差板13と偏光板11の間に、実施例7-9に用いたフィルム状光学異方素子である位相差板を2枚直交配置したものをそれぞれの光軸が位相差板の光軸13aと 45° の角度をなすよう挿入した。

【0093】この異方素子は素子平面方向(x軸、y軸)の屈折率 n_x 、 n_y が等しく($n_x = n_y$)、素子

法線(z軸)方向の屈折率 n_z が平面方向屈折率と異なる($n_{xx} \neq n_z$ 、 $n_x \neq n_z$)光学フィルムである。本例では屈折率異方性が負($n_x = n_y > n_z$) (リタレーション $R = -100\text{nm}$)である光学フィルムを用いた。屈折率 n_x 、 n_y 、 n_z はそれぞれ $n_x = n_y = 1.55616$ 、 $n_z = 1.55601$ 、フィルム厚は $80.0\mu\text{m}$ である。フィルム(商品名VAC-100、住友化学工業(株))などを用いることができる。

【0094】実施例1同様、電気光学特性を測定したところ、実施例1同様の結果が得られ、また、等コントラスト特性を印加電圧0-8Vにて測定したところ、正面でコントラスト比130:1、視角 30° までコントラスト比30:1以上と実施例1以上に極めて広い視角依存性を得ることがわかった。さらに、本実施例の液晶表示素子の表示色を観察したところ、実施例1同様、正面は無論のこと視角を変化させてもほとんど色付きの生じない極めて優れた色味がえられることがわかった。以上実施例では、位相差板のリタレーション値 R と液晶セルの $\Delta n d$ の変化範囲を同じに設定したが、多少相違した値にしても実用的に同様の効果が得られる。

【0095】

【発明の効果】本発明によれば、極めて狭角依存性の少ない電気光学特性が得られ、また、極めて広い視角依存性を得ることができる。さらに、正面は無論のこと視角を変化させてもほとんど色付きの生じない極めて優れた色味が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成Iの実施例を説明する図。

【図2】本発明の構成IIの実施例を説明する図。

【図3】本発明の構成IIIの実施例を説明する図。

【図4】本発明の構成IVの実施例を説明する図。

【図5】本発明の構成Vの実施例を説明する図。

【図6】本発明の構成VIの実施例を説明する図。

【図7】本発明の液晶表示素子の光学的構成および作用を説明する概略図。

【図8】本発明の作用を説明する印加電圧-リタレーション値曲線図。

【図9】本発明の作用を説明する印加電圧-リタレーション値曲線図。

【図10】リタレーション値に対する透過率の関係(クロスニコル時)を示す曲線図。

【図11】リタレーション値に対する透過率の関係(平行時)を示す曲線図。

【図12】本発明の作用を説明する透過率-印加電圧特性(クロスニコル時 $\lambda = 550\text{nm}$ の場合)を示す曲線図。

【図13】本発明の作用を説明する透過率-印加電圧特性(平行時 $\lambda = 550\text{nm}$ の場合)を示す曲線図。

【図14】本発明の作用を説明する透過率-印加電圧特性(クロスニコル時 $\lambda = 440\text{nm}$ の場合)を示す曲線

図

【図15】本発明の作用を説明する透過率-印加電圧特性（平行時 $\lambda = 440\text{ nm}$ の場合）を示す曲線図。

【図16】本発明の作用を説明する透過率-印加電圧特性（クロスニコル時 $\lambda = 620\text{ nm}$ の場合）を示す曲線図。

【図17】本発明の作用を説明する透過率-印加電圧特性（平行時 $\lambda = 620\text{ nm}$ の場合）を示す曲線図。

【図18】本発明の液晶表示素子の一実施例の透過率-印加電圧特性測定結果を示す曲線図。

【図19】本発明の液晶表示素子の一実施例の位相差板を示すもので、(a)はラビング方向を示す図、(b)は構成を示す断面略図。

【図20】本発明の液晶表示素子の一実施例の透過率-印加電圧特性測定結果を示す曲線図。

【図21】本発明の液晶表示素子の一実施例の透過率-印加電圧特性測定結果を示す曲線図。

【図22】本発明の液晶表示素子の一実施例に用いたTFT基板の断面図。

【図23】本発明の液晶表示素子の一実施例の透過率-印加電圧特性測定結果を示す曲線図。

【図24】本発明の液晶表示素子の一実施例に用いた基板の断面図。

【図25】本発明の液晶表示素子の一実施例の透過率-印加電圧特性測定結果を示す曲線図。

【符号の説明】

101, 101I, 101II, 101IV, 10V, 10VI...

液晶表示素子

11, 12...偏光板

13...位相差板

10 14...液晶セル

20...上基板

21...下基板

22...上電極

23a, 23b...配向膜

24...下電極

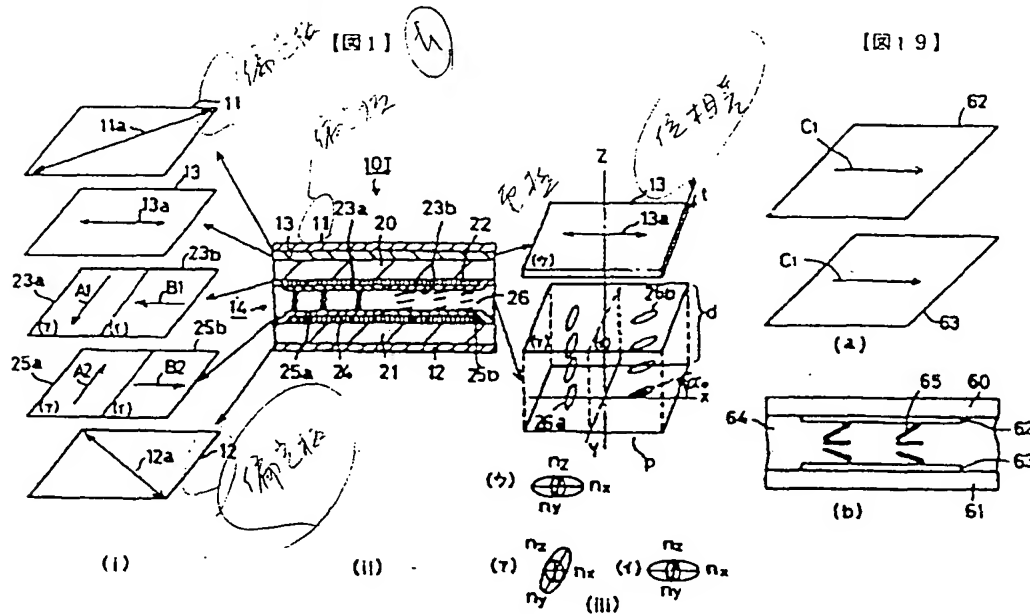
25a, 25b...配向膜

26...液晶層

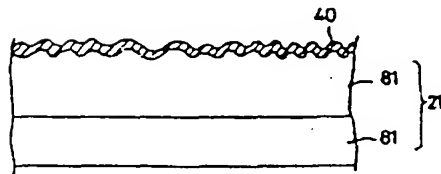
A1, A2, B1, B2...配向処理方向

11a, 12a...吸収軸

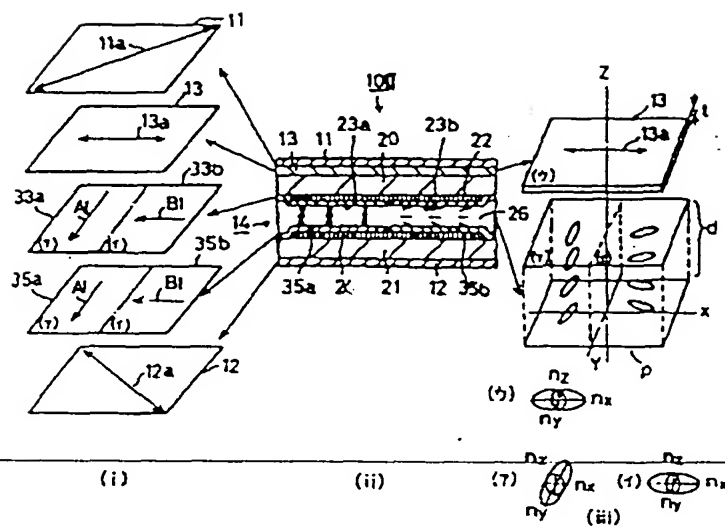
20 13a...光軸



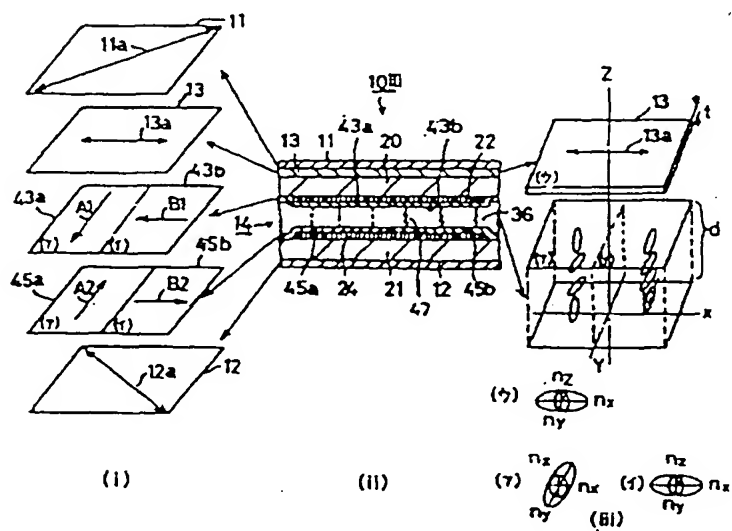
【図24】



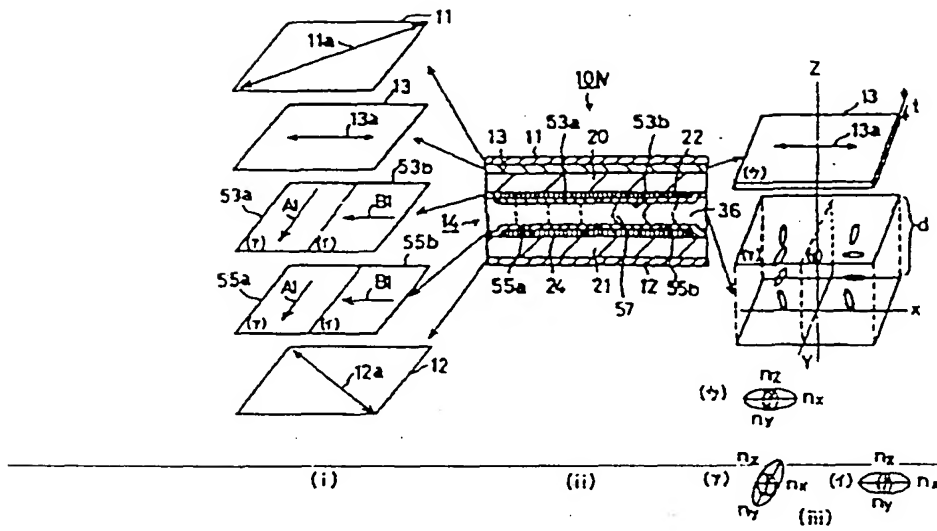
【図2】



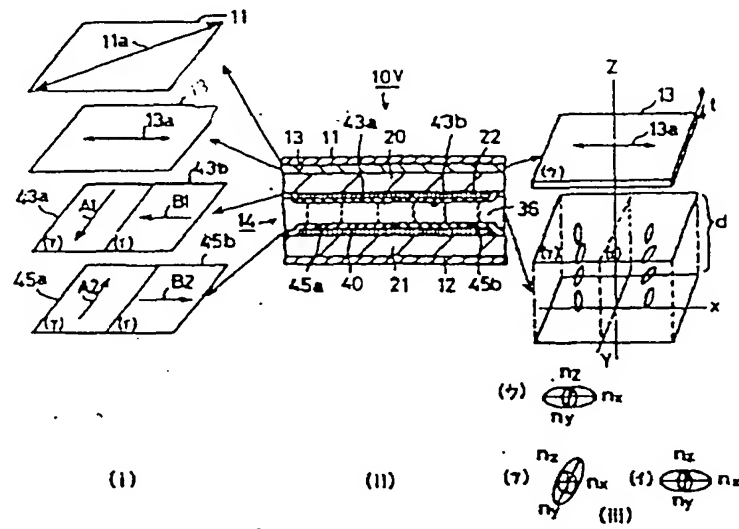
【図3】



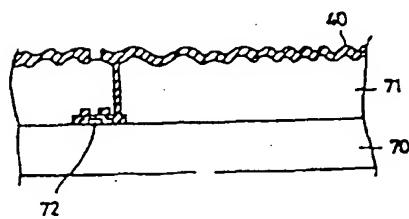
【図4】



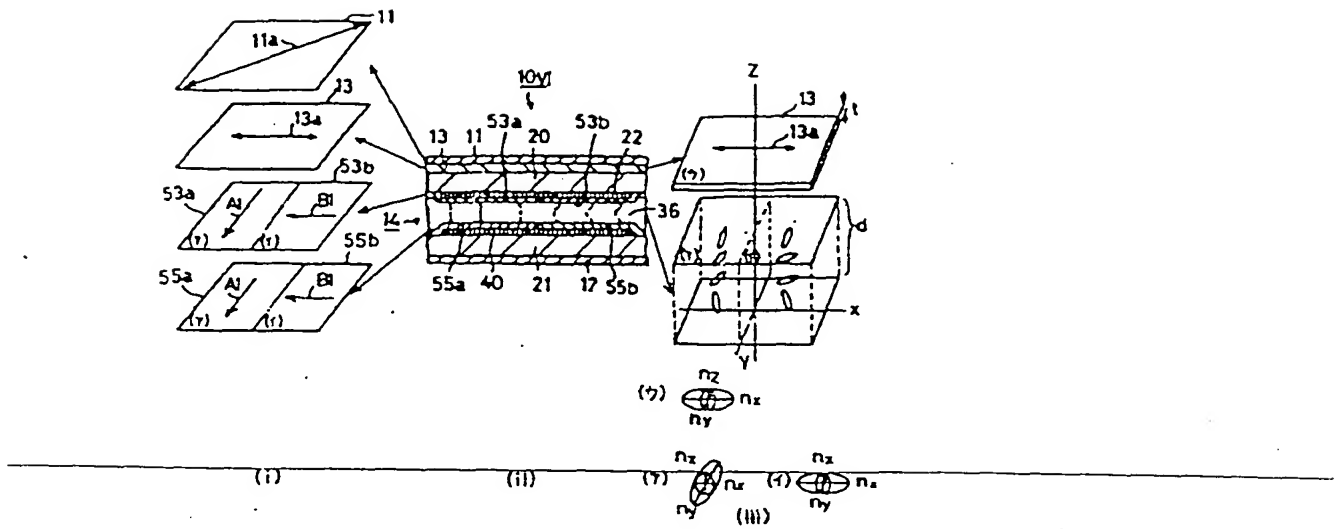
【図5】



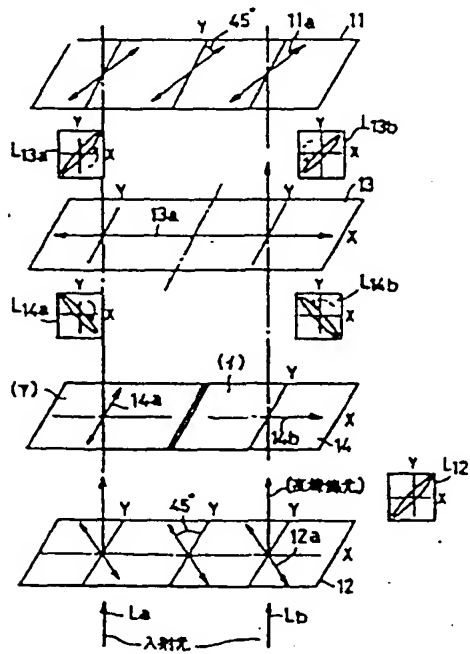
【図22】



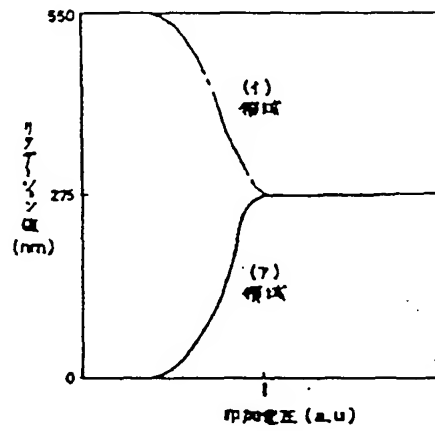
【図6】



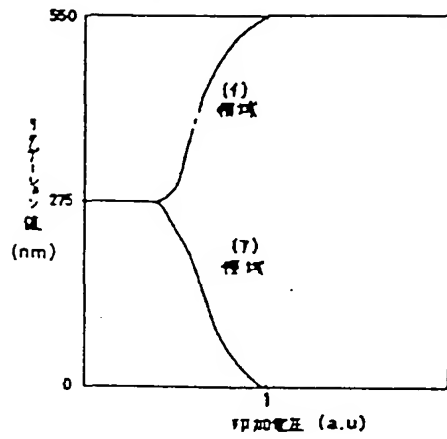
【図7】



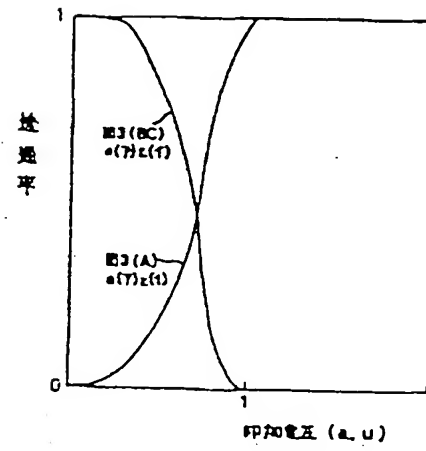
【図8】



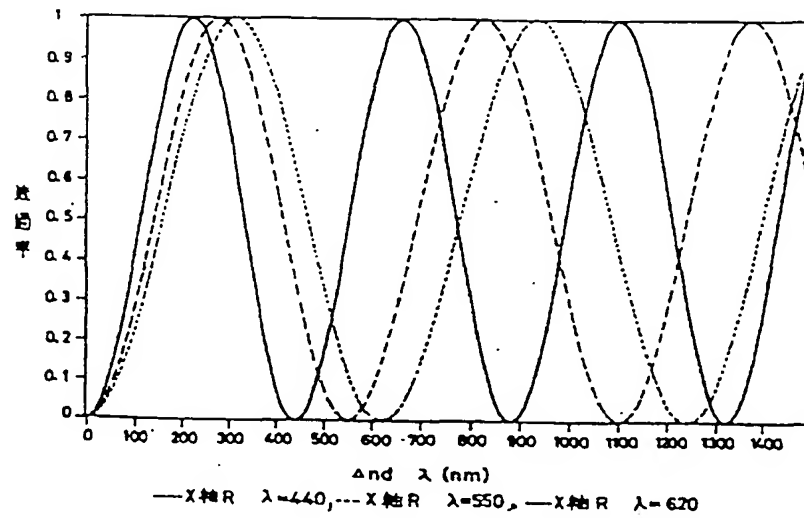
【図9】



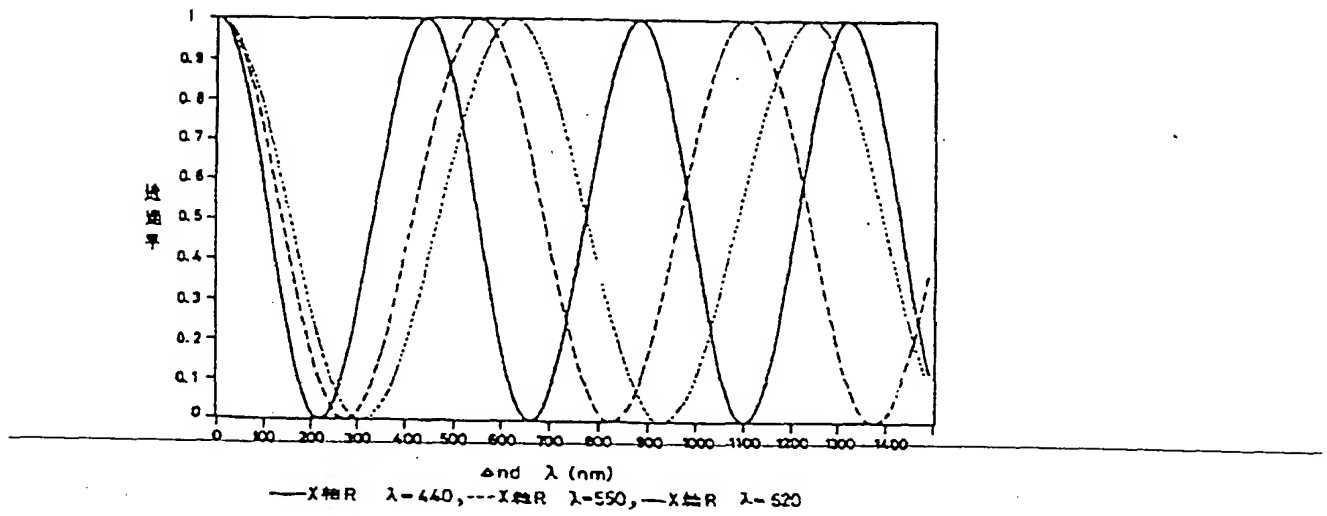
【図12】



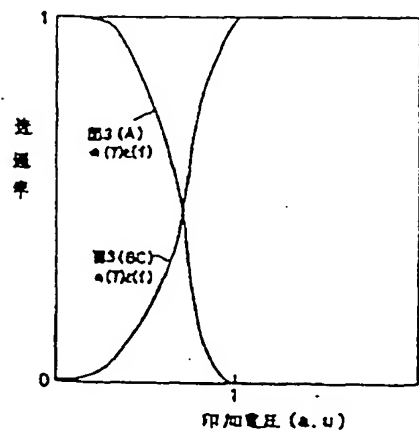
【図10】



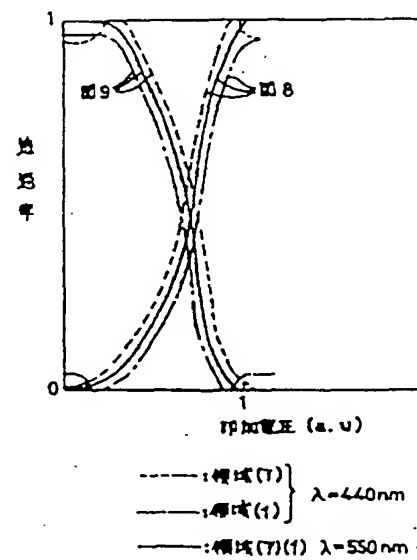
【図11】



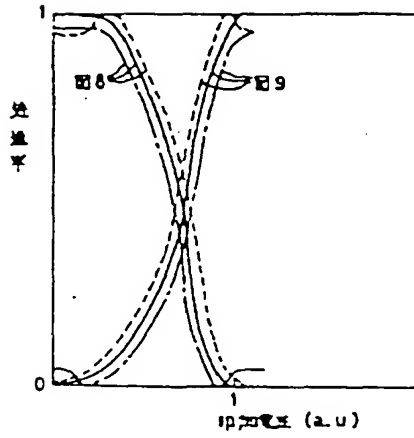
【図13】



【図14】

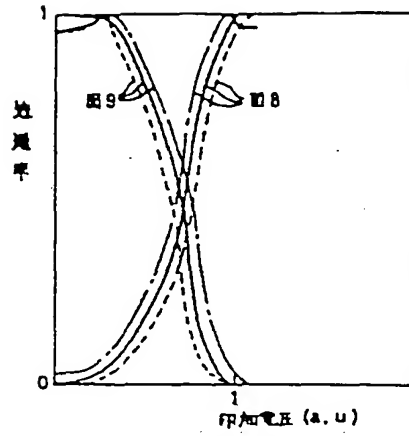


【図15】



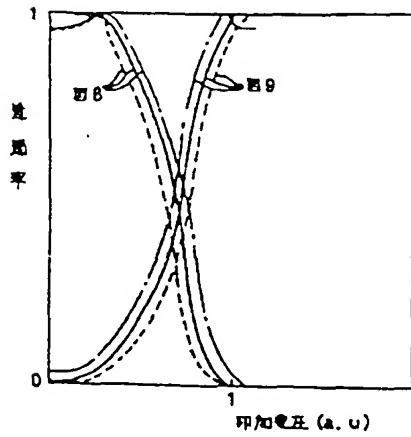
----- 領域(7) } $\lambda = 440\text{nm}$
 ----- 領域(1) }
 ----- 領域(7)(1) $\lambda = 550\text{nm}$

【図16】



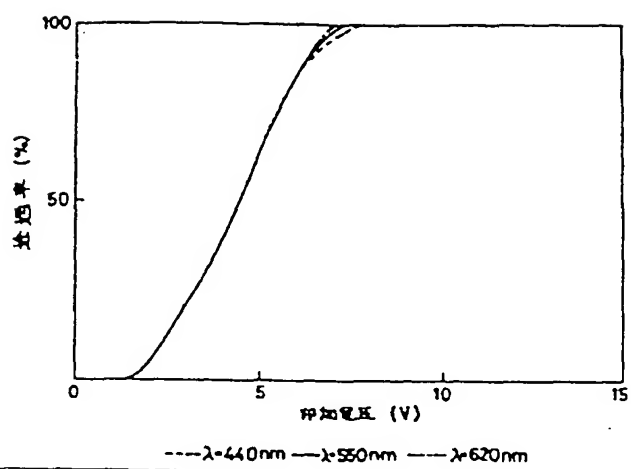
----- 領域(7) } $\lambda = 620\text{nm}$
 ----- 領域(4) }
 ----- 領域(7)(1) $\lambda = 550\text{nm}$

【図17】

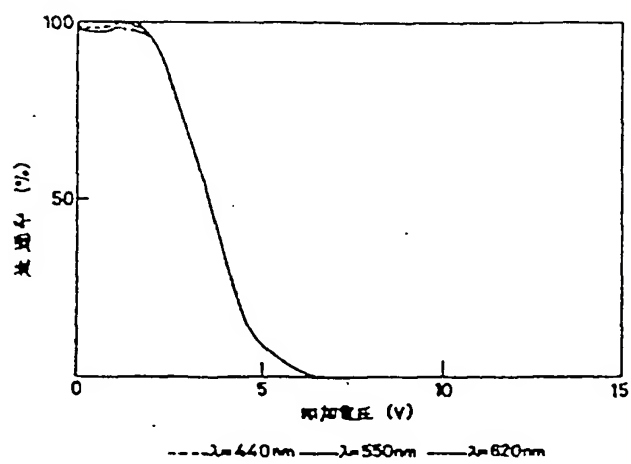


----- 領域(7) } 620nm
 ----- 領域(1) }
 ----- 領域(7)(1) $\lambda = 550\text{nm}$

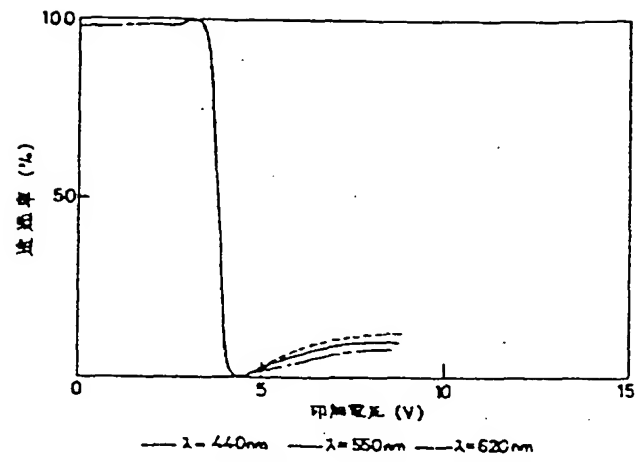
【図18】



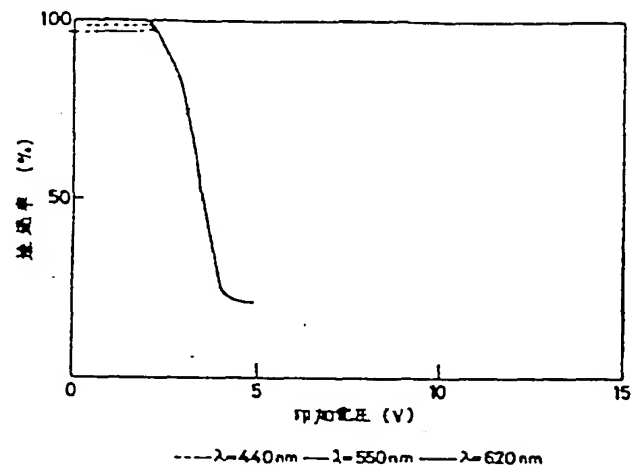
【図20】



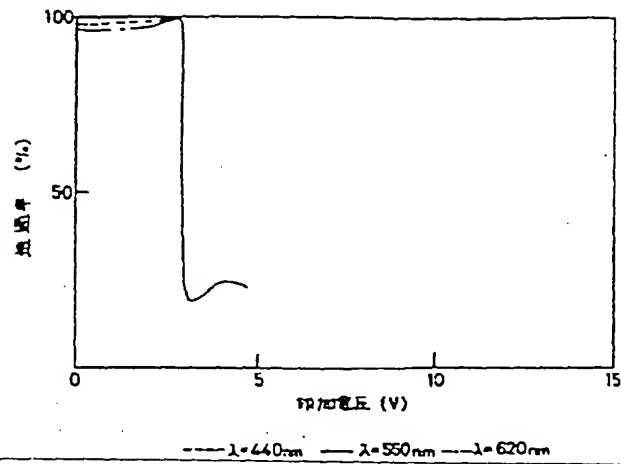
【図21】



【図23】



【図25】



フロントページの続き

(72) 発明者 大山 毅

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 羽藤 仁

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内